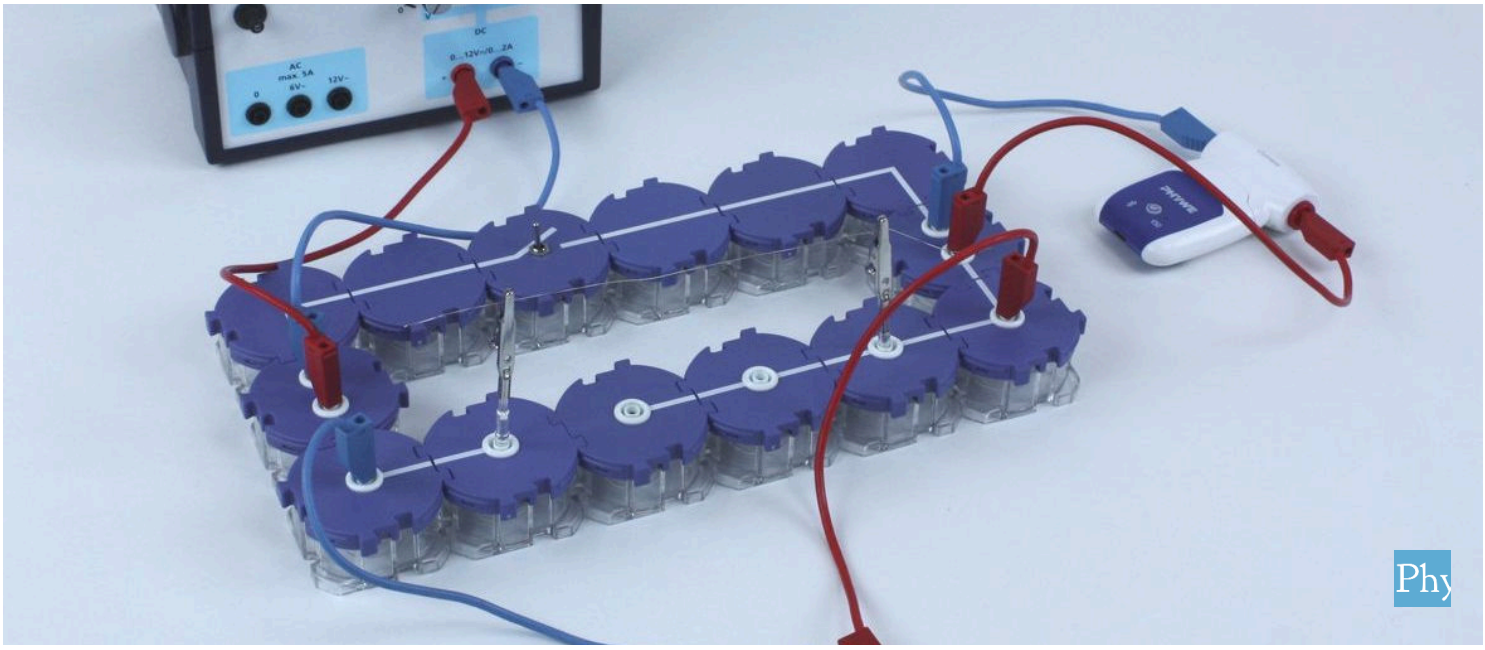
Der Widerstand von Drähten - Abhängigkeit von Länge und Querschnitt mit Cobra SMARTsense



Physik | Elektrizität & Magnetismus | Einfache Stromkreise, Widerstände, Kondensatoren

Schwierigkeitsgrad	Gruppengröße	Vorbereitungszeit	Durchführungszeit
mittel	2	10 Minuten	10 Minuten

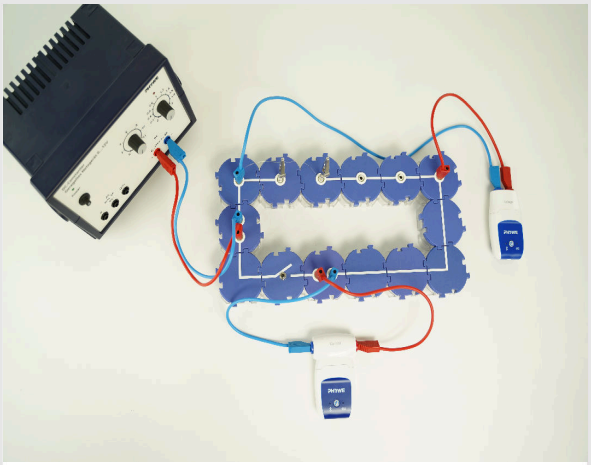
Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen
Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107
info@phywe.de
www.phywe.de

PHYWE
excellence in science

Lehrerinformationen

Anwendung

PHYWE
excellence in science



Versuchsaufbau

Alle elektrischen Geräte müssen meist mit einem Kabel geladen werden oder sind über ein Kabel an das Stromnetz angeschlossen. Dabei haben sie jedoch unterschiedliche Ansprüche an Stom- und Spannungswerte. Diese werden durch Widerstände, die auch in Kabeln existieren, geregelt, damit die elektrischen Geräte nicht geschädigt werden. Hierbei gilt:

$$R = \rho \cdot (L/A)$$

mit der Länge L, der Querschnittsfläche A und dem temperaturabhängigen spezifischen Widerstand ρ. Die Schüler fokussieren sich jedoch zunächst auf das Verhältnis

$$R \propto L/A$$

PHYWE excellence in science
Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen
Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107
info@phywe.de
www.phywe.de

Sonstige Lehrerinformationen (1/3)

PHYWE excellence in science

Vorwissen

Die Schüler sollten einen einfachen Stromkreis aufbauen können und es sollte ihnen bewusst sein, was Spannung und Stromstärke sind. Zusätzlich sollte das Prinzip des Widerstandes verstanden sein und die Formel $R = U/I$ bekannt sein.

Lernziel

Die Schüler sollen anhand der von ihnen ermittelten Messwerte die Zusammenhänge zwischen dem Widerstand eines Drahtes R und dessen Länge L und Querschnitt A erkennen.

$R \propto L/A$

Sonstige Lehrerinformationen (2/3)

PHYWE excellence in science

Aufgabe

Untersuche, wie der Widerstandswert R eines Drahtes mit dessen Länge L und Querschnittsfläche A zusammenhängt.

Prinzip

Mit zwei seperaten Versuchreihen lässt sich der Zusammenhang $R \propto L/A$ erkennen.

Hierbei wird in der ersten Versuchsreihe der Zusammenhang $R \propto L$ durch Variation der Drahtlänge ermittelt. In einer zweiten Versuchsdurchführung wird durch Variation der Draht-Dicke der Zusammenhang $R \propto 1/A$ festgestellt.

PHYWE excellence in science

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

Sonstige Lehrerinformationen (3/3)

PHYWE excellence in science

Anmerkungen

Zunächst sollen die Zusammenhänge $R \propto L$ und $R \propto 1/A$ erkannt werden. Dafür empfiehlt es sich, dass die einzelnen Schülergruppen jeweils nur einen der beiden Versuche durchführen und am Ende der gemeinsammen Auswertung die Erkenntnis $R \propto L/A$ gewonnen wird.

Bei dem ersten Versuch ist beim Einsetzen des Drahtes darauf zu achten, dass er nicht durchhängt, aber auch nicht zu straff gespannt ist. Beim Einsetzen des kürzesten Drahtes ergeben kleine Längenänderungen große Änderungen der Stromstärke, so dass die Ergebnisse der verschiedenen Arbeitsgruppen voneinander abweichen können.

Beim Versuch 2 wird die größte Länge verwendet, dann lässt sich beim Einsetzen der verschiedenen Drähte die Länge am besten konstant halten.

Sicherheitshinweise

PHYWE excellence in science

Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise zum sicheren Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

Achtung: Der Draht kann sehr heiß werden, wenn er von Strömen von mehr als 1 A durchflossen wird! Der Draht darf nicht berührt werden, wenn Strom fließt! Die Stromstärke soll immer auf Null zurück gedreht werden und der Schalter geöffnet sein, wenn nicht gemessen wird!

PHYWE excellence in science

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

PHYWE excellence in science

Schülerinformationen

Motivation

PHYWE excellence in science

Smartphone aufladen

Damit man sein Smartphone aufladen kann, ist ein leitendes Kabel notwendig durch das der Strom von der Steckdose in das Smartphone zur Aufladung des Akkus fließen kann. Wie gut der Strom durch diesen Leiter fließt hängt von verschiedenen Parametern ab. Dazu gehören die Länge und der Querschnitt des Kabels. Sind diese nicht sinnvoll gewählt, so kann es sein, dass der Widerstand des Kabels zu niedrig oder zu hoch ist, so dass der Akku des Telefons beschädigt wird.

Wie genau die Länge und der Querschnitt des Kabels mit dessen Widerstand zusammenhängen, lernst du in diesem Versuch.

PHYWE excellence in science

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	PHYWE Netzgerät, RiSU 2019 DC: 0...12 V, 2 A / AC: 6 V, 12 V, 5 A	13506-93	1
2	Cobra SMARTsense - Voltage, ± 30 V (Bluetooth)	12901-00	1
3	Cobra SMARTsense - Current, ± 1 A (Bluetooth)	12902-00	1
4	Leitungs-Baustein, gerade, SB	05601-01	3
5	Leitungs-Baustein, winklig, SB	05601-02	2
6	Leitungs-Baustein, unterbrochen mit Buchsen, SB	05601-04	2
7	Leitungs-Baustein, gerade mit Buchse, SB	05601-11	2
8	Leitungs-Baustein, winklig mit Buchse, SB	05601-12	2
9	Ausschalter, SB	05602-01	1
10	Krokodilklemme, blank, 10 Stück	07274-03	1
11	Verbindungsstecker, 2 Stück	07278-05	1
12	Verbindungsleitung, 32 A, 250 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07360-01	2
13	Verbindungsleitung, 32 A, 250 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07360-04	2
14	Verbindungsleitung, 32 A, 500 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07361-01	1
15	Verbindungsleitung, 32 A, 500 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07361-04	1
16	Konstantandraht, 15,6 Ohm/m, d = 0,2 mm, l = 100 m	06100-00	1
17	Konstantandraht, 6,9 Ohm/m, d = 0,3 mm, l = 100 m	06101-00	1
18	Konstantandraht, 4 Ohm/m, d = 0,4 mm, l = 50 m	06102-00	1
19	measureAPP - die kostenlose Mess-Software für alle Endgeräte	14581-61	1

PHYWE excellence in science

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

Aufbau (1/2)

PHYWE excellence in science

Zur Messung von Strom und Spannung werden die Cobra SMARTsense und die measureAPP benötigt. Die App kann im App Store kostenlos heruntergeladen werden - QR-Codes siehe unten. Kontrolliere, ob an deinem Gerät (Tablet, Smartphone) Bluetooth aktiviert ist.

measureAPP für Android Betriebssysteme

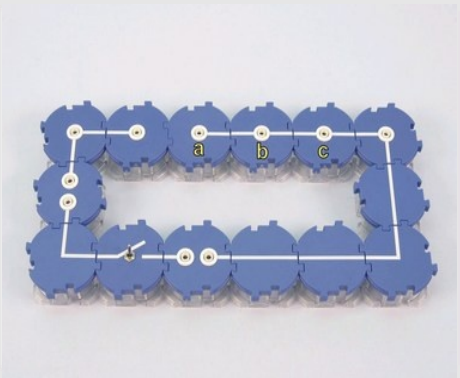
measureAPP für iOS Betriebssysteme

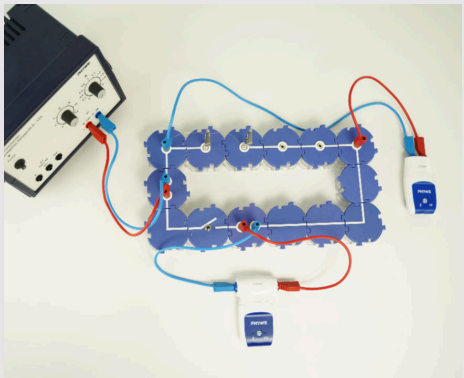
measureAPP für Tablets / PCs mit Windows 10

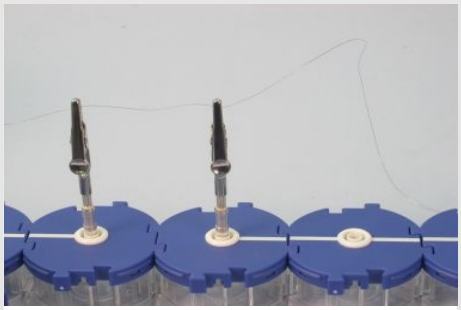
Aufbau (2/2)

PHYWE excellence in science

- Baue den Versuch entsprechend den Abbildungen auf. Der Schalter ist zunächst offen.
- Spanne ein etwa 20 cm langes Stück Konstantandraht (d = 0.2mm) mit Hilfe von 2 Krokodilklemmen (nicht zu straff, nicht durchhängend) ein. Die rechte Krokodilklemme ist dabei in Position a.







Krokodilklemmen mit Draht

PHYWE excellence in science

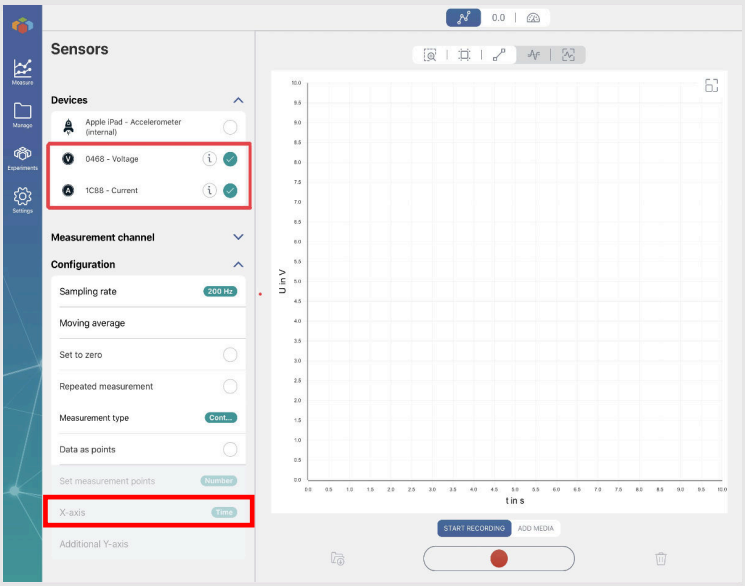
Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

Durchführung

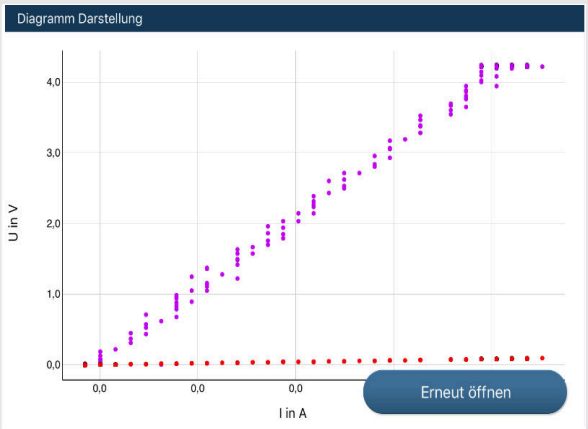
PHYWE excellence in science



- Schalte beide SMARTsense-Sensoren durch längeres Drücken der Einschalttaste ein und stelle sicher, dass das Tablet sich mit Bluetooth Geräten verbinden kann.
- Öffne die PHYWE measure App und wähle die Sensoren "Current" und "Voltage" aus, wie im Bild zu sehen.
- Nach jeder der folgenden Messungen kann die Messung gespeichert werden. Zur weiteren Analyse kann die Messung jederzeit unter "Meine Messungen" wieder geöffnet werden.
- Weise der x-Achse die Stromstärke I zu.

Durchführung 1 (1/2)

PHYWE excellence in science

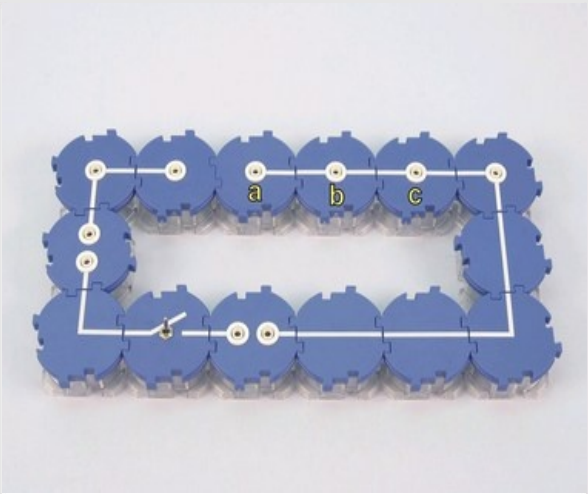


Messung der Spannung in Abhängigkeit von der Stromstärke

- Miss die Länge L des eingespannten Drahtes zwischen den Klemmen und notiere diese im Protokoll.
- Stelle das Netzgerät auf 0 V und schalte es anschließend ein. Stelle den Strombegrenzer auf 1 A.
- Starte eine Messung, schließe den Schalter und erhöhe die Spannung am Netzgerät vorsichtig mehrere Male bis etwa 4 V. Beende und speichere die Messung und öffne den Schalter.
- Stell das Netzgerät auf 0 V.
- Bestimme den Widerstand R als Steigung der Ursprungsgeraden mit Hilfe des Geraden-Tools. Notiere den Wert ebenfalls im Protokoll.

PHYWE excellence in science
Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen
Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107
info@phywe.de
www.phywe.de

Durchführung 1 (2/2)

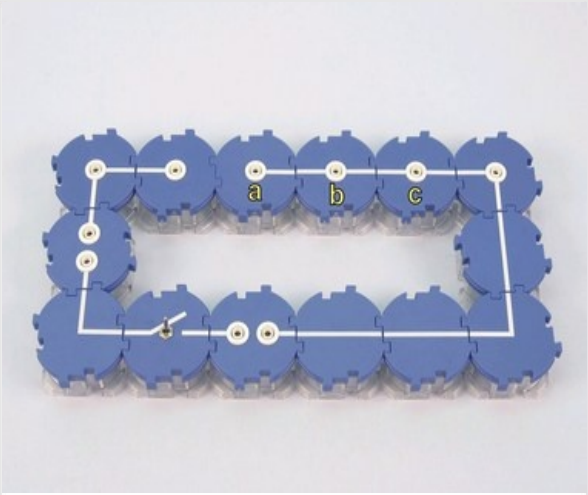


Positionen für die Krokodilklemmen

- Wiederhole die Messung der resultierenden Länge und Stromstärke für die Positionen b und c der Klemme.
- Achte beim Umstecken jeweils darauf, dass die Spannung auf 0 V geregelt ist und der Schalter geöffnet ist. Der Konstantandraht soll immer einigermaßen aber nicht zu straff gespannt sein.
- Notiere deine Messwerte in der Tabelle der Aufgabe 1 des Protokolls.
- Für die jeweilige Messung ist die Spannung zu regeln und der Schalter zu schließen.

Achtung: Wenn länger höhere Ströme fließen, kann der Draht heiß werden!

Durchführung 2 (1/2)



Positionen für die Krokodilklemmen

- Setze die Krokodilklemme in Position c und spanne den Konstatandraht mit d = 0,2 mm zwischen die Klemmen. Stelle die Spannung am Netzgerät auf 0 V, den Strombegrenzer auf 1 A (Mittelstellung) und schalte es danach ein.
- Starte eine Messung, schließe den Schalter und erhöhe die Spannung am Netzgerät vorsichtig mehrere Male bis etwa 4 V. Beende und speichere die Messung. Öffne den Schalter und stell das Netzgerät auf 0 V.
- Bestimme den Widerstand R als Steigung der Ursprungsgeraden mit Hilfe des Geraden-Tools. Notiere den Wert in der Tabelle der Aufgabe 2 im Protokoll.

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen
Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107
info@phywe.de
www.phywe.de

Durchführung 2 (2/2)

Konstantandraht

- Ersetzte den Draht mit d = 0,2 mm nacheinander durch einen mit d = 0,3 mm und dann einen mit d = 0,4 mm.
- Miss und notiere jeweils in gleicher Weise den resultierenden Widerstand. Die Länge soll jeweils konstant bleiben.
- Achte beim Umklemmen der Drähte darauf, dass die Spannung auf 0 V geregelt ist und der Schalter geöffnet ist. Der Konstantandraht soll immer einigermaßen gespannt sein, aber nicht zu straff.
- Schalte nach der letzten Messung das Netzgerät aus.

Protokoll

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen
Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107
info@phywe.de
www.phywe.de

Aufgabe 1

PHYWE excellence in science

Trag die gemessenen Werte für die verschiedenen Positionen der Krokodilklammer der Durchführung 1 in die Tabelle ein. Berechne R und R/L mit $U = 0,25\,V$.

Position	a	b	c
$L\,[cm]$			
$R\,[\Omega]$			
$R/L\,[\Omega/cm]$			

Wie sind der Widerstand R und die Länge des Drahtes L zueinander proportional?

- $R \propto 1/L$
- $R \propto \sqrt{L}$
- $R \propto L$
- $R \propto L^2$

Aufgabe 2

PHYWE excellence in science

Trag die gemessenen Werte für die verschiedenen Drahtdicken der Durchführung 2 in die Tabelle ein und berechne den Querschnitt $A = \pi \cdot d^2/4$ des jeweiligen Drahtes und das Produkt $R \cdot A$.

$d\,[mm]$	0.2	0.3	0.4
$R\,[\Omega]$			
$A\,[mm^2]$			
$R \cdot A\,[\Omega mm^2]$			

Wie sind der Widerstand R und der Querschnitt des Drahtes A zueinander proportional?

- $R \propto A^2$
- $R \propto 1/A$
- $R \propto A$
- $R \propto \sqrt{A}$

PHYWE excellence in science

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

Aufgabe 3

PHYWE excellence in science

Welche Aussagen sind richtig?

- [ ] Je dicker ein Draht, desto größer sein elektrischer Widerstand
- [ ] Je länger ein Draht, desto kleiner sein elektrischer Widerstand.
- [ ] Je länger ein Draht, desto größer sein elektrischer Widerstand.
- [ ] Je dicker ein Draht, desto kleiner sein elektrischer Widerstand.

Überprüfen

Aufgabe 4

PHYWE excellence in science

Ziehe die Wörter in die richtigen Felder und vervollständige den Text.

Der Widerstand eines Metalldrahtes ist linear proportional zur _____ und umgekehrt proportional zur _____. Das bedeutet insbesondere, dass bei einem längeren Draht eine _____ Spannung nötig ist um die gleiche Stromstärke zu erzielen und dass bei einem dickeren Draht eine _____ Spannung nötig ist um die gleiche Stromstärke zu erzielen.

kleinere
Länge
größere
Querschnittsfläche

Überprüfen

PHYWE excellence in science
Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen
Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107
info@phywe.de
www.phywe.de

Folie	Punktzahl/Summe
Folie 18: Proportionalität R und L	0/1
Folie 19: Proportionalität R und A	0/1
Folie 20: Draht und sein elektrischer Widerstand	0/2
Folie 21: Widerstand eines Metalldrahtes	0/4

Gesamtsumme 0/8

Lösungen | Wiederholen | Text exportieren

PHYWE excellence in science
Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen
Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107
info@phywe.de
www.phywe.de